

УДК 664.22/27

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ НИЗКОЧАСТОТНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА БИОКОНВЕРСИЮ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ ЗАГОТОВКИ ЛЬНА

Е.В. Ожимкова, В.В. Орлов

ФГБУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Россия

Сложившаяся в России ситуация в льняной отрасли привела к тому, что текстильная промышленность в процессе переработки льна использует лишь 15–20 % его массы, остальная же часть практически не находит применения и в большинстве случаев сжигается. Таким образом, актуальной является задача разработки эффективных технологий переработки отходов заготовки и переработки льна [1, 2].

Главным препятствием в процессе биоконверсии лигноцеллюлозных растительных остатков является сложность деполимеризации лигнина путем ферментативного гидролиза, что еще больше затрудняет разложение и утилизацию целлюлозы и гемицеллюлозы. Столь низкая эффективность биоразложения лигноцеллюлозы сильно затрудняет крупномасштабное промышленное применение биологического компостирования. Лигноцеллюлоза имеет прочную молекулярную структуру и трудно поддается непосредственному биологическому разложению аэробными микроорганизмами во время компостирования. Следовательно, предварительная обработка является важным способом разрушения структуры тугоплавкой лигноцеллюлозы и последующей деполимеризации лигнина [2].

Ультразвук способствует разрушению эфирных связей между лигнином и гемицеллюлозой, не вызывая изменения химического состава лигноцеллюлозной биомассы. Увеличение продолжительности обработки ультразвуком повышает делигнификацию биомассы, однако чрезмерно длительное использование ультразвукового воздействия может сделать процесс неэкономичным, а также спровоцировать образование нежелательных побочных продуктов. Эффект обработки ультразвуком объясняется улучшенным контактом между растворителем и взвешенными твердыми частицами, а также улучшением массопереноса [3].

В работе в качестве экспериментальных образцов выступили компосты с различными соотношениями источников углерода и азота. При формировании компостной смеси в качестве источника углерода выступали костра и полова льна, а в качестве источника азота – листья крапивы, в связи с широким распространением данного сырья на территории Тверской области. С целью увеличения доступности волокон лигноцеллюлозы для микроорганизмов, готовые смеси подвергали предварительной обработке низкочастотным ультразвуком (30 кГц). Для интенсификации процесса компостирования был осуществлен дополнительный ввод микробиологического удобрения марки «Байкал ЭМ-1», в концентрации 1:200 по отношению к исходному коммерческому концентрату.

Для оценки полноты и эффективности протекания биологической конверсии в пробах экспериментальных компостов контролировались следующие параметры: содержание гуминовых кислот, массовая доля влаги, температура и pH.

Ультразвуковая обработка в 30 кГц позволила интенсифицировать процесс биоконверсии за счет разрушения лигнинуглеводных связей в лигноцеллюлозе и позволила быстрее получить зрелые компосты с более высоким содержанием гуминовых кислот по сравнению с компостами из необработанного сырья.

Литература

1. Advances in physicochemical pretreatment strategies for lignocellulose biomass and their effectiveness in bioconversion for biofuel production/ B. Bikram [etc] // *Bioresource Technology*. – 2023. – Vol. 369. – 128413.
2. Advanced composting technologies promotes environmental benefits and eco-efficiency: A life cycle assessment / Z. Liu [etc.] // *Bioresour. Technol.* – 2022. – Vol. 346. – 126576.
3. Lignocellulose biomass bioconversion during composting: Mechanism of action of lignocellulase, pretreatment methods and future perspectives/ D. Wu [etc.] // *Chemosphere*. – 2022. – V.286. – P. 1–15.